

食品の安全を巡る最近の話題

等々力 節子

(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構

1. はじめに

食品の安全と安心は、並列に記載されることが多い。しかし、「安全」が科学的に検証可能な客観的な事象であるのに対し、「安心」は、個人の心理的な判断による主観的なものであり、その人の属する集団の伝統や食文化によっても影響される。さらに、消費者の食品に対する「安心」は、専門家による科学的な情報提供のみにより構築されるのでは無く、「消費者に安全な食品を提供するための関係者の努力」が「信頼」されることにより醸成される。本稿では、はじめに、食品の安全性に関する考え方を示し、その上で、食品の安全性確保に係る課題について整理したい。

2. 安全な食品とは（リスクとハザード）

我々は、食品を摂取することで生命活動を維持しているが、すべての食品には何らかのリスクがある。例えば、ジャガイモの青芽は、アルカロイド類（ソラニン、チャコニン）を含有しており、これを過剰に接種すると、吐き気やおう吐などの症状を呈する食中毒を誘発する [1]。化学物質の総体である食品には、たとえ天然物であっても、有害な化学物質が含有されるが、人類は、植物体の有害な部位を調理加工によって取り除く、あるいは、毒性の少ない品種を選択しながら食経験を重ねて来た。

食品中の「危害要因（ハザード）」とは、健康に悪影響をもたらす可能性のある食品中の物質、または、そのような食品の状態を指す。そして、食品安全に関する「リスク」とは、食品中のハザードの存在によって生じる健康への悪影響の程度と可能性（確率）のことであり、その大きさは、ハザードの毒性の強さと、その

摂取量（体内への吸収量）によって決定される。

食品の安全性を確保するためには、どんな食品にもリスクがある前提で、科学的な評価に基づいた妥当な管理により、健康への影響を未然に防ぐ、あるいは、許容できる程度に押さえる「リスク分析（リスクアナリシス）」を導入することが、国際的に合意されている。リスク分析は、「リスク評価」、「リスク管理」、「リスクコミュニケーション」の3つの要素から構成される [1]。

わが国では、2003年に制定された食品安全基本法により、食品安全行政にリスク分析の考え方が導入され、リスク評価機関として、内閣府に食品安全委員会が新設された。また、リスク管理に関しては、食品衛生法を管轄する厚生労働省、農薬取締法や家畜衛生関連の法規を管轄する農林水産省、食品表示法を管轄する消費者庁が、分担して役割を果たしている。リスク分析と並ぶ、食品の安全性確保の重要な手段は、一次生産から消費にわたって、食品の安全性向上に一貫し対策をもって取り組むフードチェーンアプローチである。また、リスク分析を進めるためには、行政施策と科学との橋渡しの役目を果たす「レギュラトリーサイエンス」の推進が重要である [2]。

食品中のハザードは、ウイルスや細菌などの生物学的要因、植物毒素、カビ毒、有害金属や加工調理で生成する化学物質などの化学的要因、放射線や異物などの物理的要因に大別される。図2は、過去15年間の、わが国における原因（病因物質）別の食中毒患者数と発生事件数の年次推移、および、死亡者総数の病因物

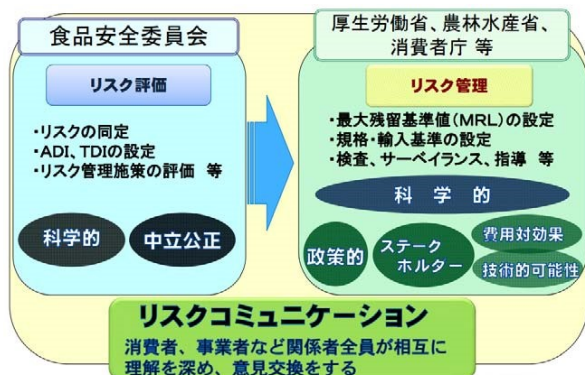


図1 リスク分析の3つの要素とわが国における役割分担 [ii]

著者略歴

等々力節子

1984年 京都大学農学部食品工学科卒業

現在 (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門
食品安全研究領域 研究領域長

〒305-8642 つくば市観音台2-1-12

Fax: 029-838-7996, E-mail: setsuko@affrc.go.jp

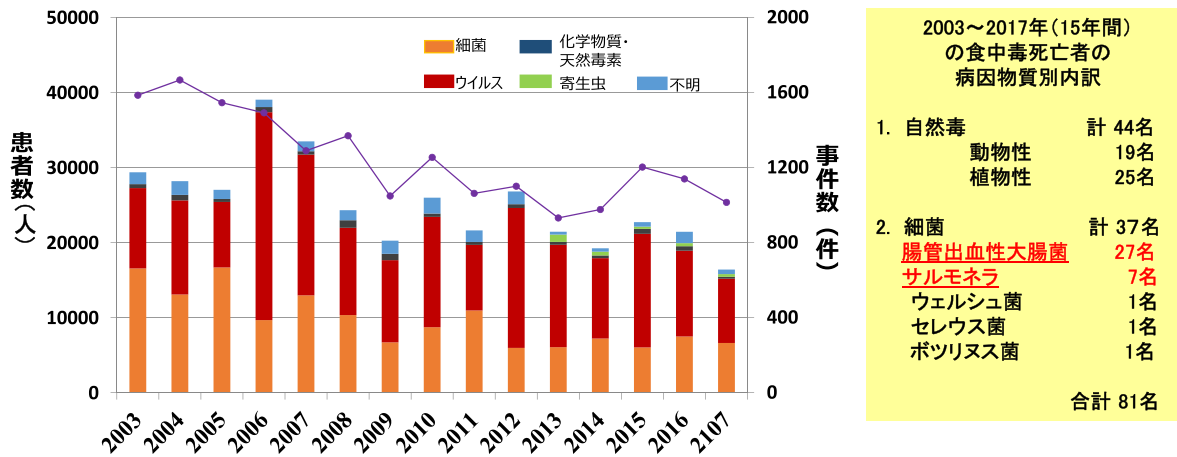


図2 病因物質別食中毒患者発生数および総事件数の年次推移 (厚生労働省データ食中毒データより作成)

質別の内訳である。このデータから、死亡に至る重篤な食中毒には、天然毒素も関与しているが、報告されている食中毒患者のほとんどが、ウイルス、細菌に因ることがわかる。

3. 食品中の有害微生物のリスクと対策

過去15年間の有害微生物に起因する食中毒患者数の推移を見ると、2000年に発生した大手乳業メーカーにおける黄色ブドウ球菌による大規模食中を例外として、圧倒的にノロウイルスの感染者が多い。サルモネラおよび腸炎ピブリオの患者数は、鶏卵の衛生管理指針導入や魚介類の低温流通や真水洗浄等の対策により、2000年当初から2008年頃までは減少してきたが、ここ最近の細菌性食中毒患者数は、ほぼ横ばい状態である。そして、細菌性食中毒として凶は、米国やEUの統計とも同様の傾向で、サルモネラとカンピロバクターの患者数が多い[3]。

サルモネラは、人や家畜の腸内だけでなく、河川など環境中やペットに保菌されるなど幅広く分布してい

る。原因食材の多くは、加熱不足の卵・肉・魚料理などであるが、乾燥耐性も強く、混入すると生存期間も長い。フードチェーンの多くの過程を通り抜けて加工食品にも混入し、ピーナッツ製品による大規模食中毒も報告されている[4]。

カンピロバクターに感染すると下痢、腹痛、発熱、悪心、嘔吐のような他の感染型細菌性食中毒と類似の症状を引き起こすほか、「ギラン・バレー症候群」という神経麻痺症状を引き起こすこともある。原因となる食材は、生の状態や加熱不足の鶏肉、調理中の取扱い不備による二次汚染等が強く示唆されている[iii]。

腸管出血性大腸菌は少量の菌数でも感染が成立し、ベロ毒素を産生して、溶血性尿毒症症候群(HUS)や脳症を起こすことで、重篤な場合には死に至ることもあるリスクの高い細菌である。農場における、肉用牛の腸管出血性大腸菌の保有率を調査においては、3割の農場から検出されたとの報告も有る。近年の死亡を伴う大規模食中毒の例としては、2011年の牛生肉(O111)2012年の白菜漬物(O157)、2016年のキュウリのゆかり和え(O157)が報告されており、加熱不足の畜肉のみならず、野菜の大量調理や加工工程での洗浄不足(洗浄液の有効塩素濃度の低下)も原因となっている[5]。

細菌性の食中毒を防ぐポイントは、「つけない」、「増やさない」、「やっつける」の3点である。現在、対策が急務と考えられている、鶏肉のカンピロバクター汚染に関しては、フードチェーンの全般にわたる対策が必要で、各機関が、重点的な取り組みをしている。食品安全委員会は、フードチェーンの各段階でとりうる低減策についての定量的リスク低減効果の評価の必要性等の低減も含むリスクプロファイルを公表した[iv]。また、農林水産省からは、汚染実態調査の継続と生産段階での衛生管理の指針(ハンドブック)が公表されている。厚生労働省も、過酢酸製剤や亜塩素酸ナトリウ

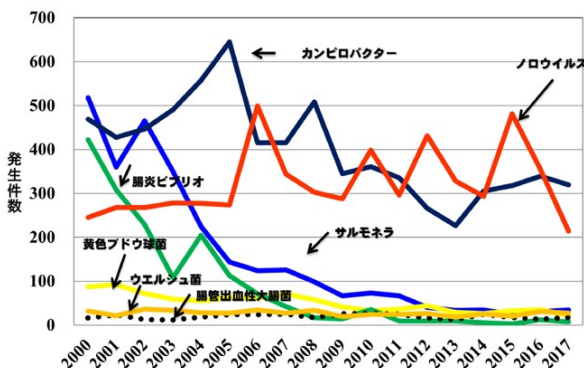


図3 主要病原細菌とウイルスによる食中毒患者数の推移

ム等殺菌剤の利用による食鳥処理工程での汚染低減対策の実証事業等の取り組みを行っている [v].

食中毒菌を「やっつける（殺菌）」方法としては、加熱処理が最も効果的であるが、生食に対する嗜好が食中毒の発生を助長している。そこで、消費者の嗜好を満たす新たな非加熱殺菌法や加熱の効率を改善して品質を維持した新しい熱殺菌法などの開発が望まれている。その際、「損傷菌（ストレスにより通常の検出条件では検出されないが、条件が整うと生育する可能性がある細菌）」[6]の存在にも留意した研究開発が必要と考えられる。

4. 食品中の有害化学物質のリスクと対策

食品安全上で、考慮すべき有害化学物質（化学的なハザード）には、フグ毒やキノコ毒などの自然毒、カビ毒、ヒ素、カドミウム、水銀などの有害金属、調理加工の過程で生成する有害化学物質などが含まれる。自然毒による死者は、毎年、数人は報告されており、野草や毒キノコの誤食を避けるための注意喚起 [vi] や、フグ毒については規制を設けての管理がなされている。

農薬や食品添加物などの農業生産や食品加工において意図的に使用される化学物質が、食品安全上の不安材料であるとの声を耳にする機会は多い。しかし、これらの物質に関しては、毒性試験や代謝試験に基づくリスク評価が行われ、その結果として導き出されたADI (Acceptable Daily Intake：一日摂取許容量) に基づいた基準値の下にその使用量が管理されている。ADIは動物試験などで求めた無毒性量に、安全係数をかけて求めた数値であり、化学物質を長期間にわたって摂取し続けたとしても有害影響は現われないと推定される一日あたりの摂取量である。したがって、農薬や添加物については、意図的な混入事件（食品テロの範疇）などを除き、通常の使用においては、限りなくリスクが小さくなるような管理がなされているといえる。

一方で、作物の生産や収穫後の貯蔵過程でカビが産生するカビ毒や、調理の過程で産生する多環芳香族炭化水素など、非意図的に食品中に含有される化学物質には、健康に悪影響を与えられられるものも少なくない。このような有害化学物質に関しては、その毒性学的なプロファイルを明らかにして、TDI (Tolerable Daily Intake：耐容一日摂取量（ヒトが摂取しても健康に影響がない、汚染物質の一日あたりの摂取量) を決定する。一方で、流通している食品・農産物中の汚染実態（濃度分布）を調査して、国民の食事からの暴露量の推定を行い、現状の摂取量とTDIとの比較によりリスク管理の必要性を検討する。リスク低減が必要と判断される場合には、費用対効果も考慮して規制（基準値設定）を設ける、汚染低減のための生産管理指針を

公表して生産者の努力を促すなどの管理措置が取られる。なお、有害化学物質に関する研究では、これまで食品中のハザードと同等されていなかった化学物質に対する新たなリスク評価が必要になったり、すでに実施している低減対策の効果を評価したりすることが求められることから、汚染実態把握のための分析技術の開発が非常に重要な課題となる。レギュラトリーサイエンスの分野では、精度や感度だけでなく、検査や生産現場での管理に耐える、分析法の簡易迅速化や低コスト化も重要視されている。

農林水産省は、優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質のリストを公表 [vii] するとともに、「レギュラトリーサイエンス研究推進計画」を定め、その「別表」の中に同省が必要と考えている具体的な研究課題をハザード別に整理している [viii]。表1, 2に、有害化学物質のリストと食品中の有害化学物質に関する研究内容の抜粋を紹介した。

表1 優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質（農林水産省 消費・安全局）

1) リスク管理措置の必要性を検討するとともに、必要かつ実行可能な場合にリスク管理措置を実施するため、含有実態調査、リスク低減 技術の開発等を行う必要のある危害要因
A.: 一次産品 (環境化学物質) カドミウム, ヒ素 (かび毒) 総アフラトキシン (アフラトキシン B1, B2, G1, G2) (植物性自然毒) ピロリジジナルカロイド類
B.: 調理, 加工により生成 フラン
2) 毒性や含有の可能性等の関連情報を収集する必要がある危害要因
A.: 一次産品 (環境化学物質) 鉛, ダイオキシン類 (コプラナー PCB 含む) (かび毒) オクラトキシン A, フモニシン類, ゼアラレノン, T-2 トキシン, HT-2 トキシン, ジアセトキシスシルベノール, ステリグマトシスチン (海産毒) シガテラ毒
B.: 調理, 加工により生成 3-MCPD 脂肪酸エステル類, グリシドール脂肪酸エステル類, トランス脂肪酸
3) 既にリスク管理措置を実施している危害要因
A.: 一次産品 (環境化学物質) 水銀 (総水銀及びメチル水銀), 放射性セシウム 農薬として使用履歴のある残留性有機汚染物質 (かび毒) アフラトキシン M1, パツリン, デオキシニパレノール (DON) 及びニパレノール (NIV) (アセチル体を含む) (海産毒) シガテラ毒
B.: 調理, 加工により生成 3-MCPD 脂肪酸エステル類, グリシドール脂肪酸エステル類, トランス脂肪酸

表2 農林水産省 レギュラトリーサイエンス推進計画（別表）に記載された研究開発（食品安全分野）[vii]

危害要因	対象品目	フードチェーンの段階	研究
ヒ素	農産物	生産	コメ中のヒ素濃度低減のための技術開発
アクリルアミド	農産物	生産・製造	農産物中のアクリルアミド前駆体の濃度の低減
	加工・調理食品	加工・製造・調理	加工食品中でアクリルアミド濃度が低下するメカニズムの解明
かび毒	農産物	貯蔵	コメ等の穀類の真菌汚染およびカビ毒汚染の防止・低減に必要な技術開発 麦類の DON, NIV 等のカビ毒汚染低減に向けた技術開発
		生産・加工・製造	
多環芳香炭化水素	加工・調理食品	加工・製造・調理	燻煙食品、炭火調理食品の PAH 低減技術開発
フラン	加工・調理食品	加工・製造・調理	食品中のフラン濃度低減に資する研究

最後に、食品の加熱によって生成するアクリルアミドのリスク評価と管理について触れておきたい。遺伝子になんらかの損傷を与える物質や放射線などの物理要因には、発がんの可能性を上昇させる遺伝毒性があると考えられるが、その濃度（放射線の場合は被ばく線量）と影響（発がん確率）の関係において、閾値が存在しない（明確な TDI が設定できない）。このような物質については、その濃度を「合理的に達成可能な限り低く（ALARA の原則）」抑えることが必要と考えられている。2000 年代になって、食品の高温加熱（120 度以上）により、食品中に存在するアスパラギンとグルコースなどの還元糖が反応して、遺伝毒性発がん物質のアクリルアミドが生成していることが明らかになった。

我が国の食品安全委員会の 2016 年の評価結果 [ix] では、発がんのリスクについて、ヒトにおける健康影響は明確でないが、動物実験の結果及び日本人の推定摂取量に基づき、公衆衛生上の観点から懸念がないとは言えないと判断し、アクリルアミドの低減に努める必要があるとしている。

アクリルアミドの生成は、メイラード反応とも関係し、当初はポテトチップスなどの加工食品における対策が積極的に進められ、ジャガイモ加工品などのアクリルアミド濃度は大幅に低減した。2016 年の食品安全委員会におけるリスク評価の暴露量評価においては、日本人のアクリルアミドの推定摂取量（ $0.240 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日）の 56% が、高温調理した野菜（炒めたもやし、フライドポテト、炒めたたまねぎ、れんこん、キャベツ等）の家庭調理品に由来するとしており、農林水産省では、家庭における低減のポイントをまとめたパンフレットを公表している。[x]

5. おわりに

本稿では、リスク分析を基本とした食品の安全性確保における我が国の行政機関の役割分担と、近年の食中毒発生状況や、リスク低減のための取り組みについ

て紹介した。限られたリソースを活かし、ハザードの汚染実態を効率的に調査し、リスクの低減措置を普及させて行くためには、今後も、新しい技術の開発が期待されている。また、食品の安全性は、行政機関や食品事業者が、その責務を果たすだけでは担保されず、消費者が、科学的な知識の下に合理的な行動をとることによって、はじめて確保される。地味ではあるが、消費者の判断の根拠となる、エビデンスを提示するための研究も求められている。

引用文献

- 1) FAO, Food safety risk analysis, a guide for national food safety authorities, Rome, 2007.
- 2) 松本万里, 化学と生物, **55**, 285-289 (2017).
- 3) 川本伸一, 稲津康弘, 日本食品科学工学会誌 654 : 148-153 (2018).
- 4) E. Cavallaro *et. al.*, N Engl J Med, 365:601-610 (2011) .
- 5) 農林水産省, 食品安全に関するリスクプロファイルシート（腸管出血性大腸菌）(2016 年)
- 6) 土戸哲郎, 日本食品科学工学会誌, **65**, 67-72 (2018)

引用 URL

- i) 農林水産省, 食品中の天然毒素「ソラニン」や「チャコニン」に関する情報 <http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/solanine/index.html>
- ii) 食品安全委員会, 食品安全に関する用語集 http://www.fsc.go.jp/yougoshu.data/yougoshu_fsc_5.1_201604.pdf
- iii) 厚生労働省, カンピロバクター食中毒予防について (Q & A) <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000126281.html>
- iv) 食品安全委員会, 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉等における *Campylobacter jejuni/coli* ～ http://www.fsc.go.jp/risk_profile/index.data/180508CampylobacterRiskprofile.pdf
- v) 農林水産省 平成 30 年度 食品安全セミナー（微生物編）

食中毒の発生防止～鶏肉の衛生管理を題材に～

http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/seminar_jisseki/seminar_30/

- vi) 厚生労働省, 自然毒のリスクプロファイル http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoushokuhin/syokuchu/poison/index.html
- vii) 農林水産省, 農林水産省, 農林水産省が優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質のリストについて http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/

chemical_h27.html

- viii) 農林水産省が必要としているレギュラトリーサイエンスに属する研究 http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory_science/pdf/rsplan2.pdf
- ix) 食品安全委員会, 加熱時に生じるアクリルアミドに関連する情報 <http://www.fsc.go.jp/osirase/acrylamide1.html>
- x) 農林水産省 http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/acryl_amide/

〔化学工学会誌 Vol. 82 pp. 381-384 を改訂して転載〕